

Revista Andaluza de
Medicina del Deporte

Rev Andal Med Deporte. 2013;6(2):57-65

www.elsevier.es/ramd

Original

Influencia de la capacidad funcional sobre el perfil lipídico, daño muscular y perfil bioquímico en personas mayores no institucionalizadas

J. Del Pozo-Cruz^{a,b}, M. Magaña^b, M. Ballesteros^b, M. Porras^c, E. Rodríguez Bies^b, P. Navas^b y G. López-Lluch^b^aDepartamento de Educación Física y Deporte. Universidad de Sevilla. Sevilla. España.^bCentro Andaluz de Biología del Desarrollo. Universidad Pablo de Olavide - CSIC, CIBERER, Instituto de Salud Carlos III. Sevilla. España.^cDepartamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla. España.

Historia del artículo:

Recibido el 20 de febrero de 2013

Aceptado el 4 de abril de 2013

Palabras clave:

Capacidad funcional.

Condición física.

Entrenamiento.

Mayores.

Fuerza.

Perfil lipídico.

RESUMEN

Objetivo. Describir la influencia que la capacidad funcional tiene sobre el perfil bioquímico y daño muscular, así como analizar la relación existente entre estas variables en personas mayores no institucionalizadas.**Método.** Se utilizó un diseño de corte transversal-observacional en el que se incluyeron 43 sujetos (19 hombres y 24 mujeres). Se analizó la capacidad funcional (T6MW, TUG, CST y PM) y variables bioquímicas (colesterol total, HDL, LDL, triglicéridos, glucosa, GOT, GPT, creatinina y CK). Se establecieron diferencias en función del nivel de capacidad funcional de cada una de las pruebas, así como las relaciones entre cada una de las variables.**Resultados.** Los sujetos que obtuvieron mayores niveles en los test de capacidad funcional obtuvieron resultados más satisfactorios para las diferentes variables de estudio bioquímico ($p < 0,05$). Estas diferencias se mantuvieron también cuando los datos fueron analizados atendiendo al género. Además, se observó una correlación entre el daño muscular y las diferentes variables de capacidad funcional testadas.**Conclusión.** Este estudio muestra la influencia que la capacidad funcional en mayores presenta sobre parámetros bioquímicos asociados a enfermedades metabólicas o cardiovasculares, así como sobre el daño muscular y sugiere la necesidad de implementar actividades tanto aeróbicas como de fuerza en población mayor.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Influence of functional capacity on lipid profile, muscle damage and biochemical profile among community-dwelling elderly-people

Objective. To analyze the influence of functional capacity on the biochemical profile and muscle damage and to test the level of relationship between these variables among community-dwelling elderly people.**Method.** A cross-sectional, observational study with 43 participants (19 males and 24 women) was performed. Functional capacity (including 6MWT, TUG test, CST test and Hand grip strength test), and biochemical profile (including total cholesterol, HDL, LDL, triglycerides, glucose, GOT, GPT, creatine and CK) were assessed. Differences on biochemical profile-related variables regarding the functional capacity level were analyzed. The level of relationship between the variables comprising these two domains was also assessed.**Results.** Those participants with a better results in functional capacity variables also achieved the better results in regard of the biochemical parameters measured ($p < 0,05$). These differences were also maintained after a gender-based analysis. Moreover, relationships between muscle damage and functional capacity variables were also achieved.**Conclusion.** This study shows the influence of the functional capacity on the biochemical parameters (mostly associated to cardiovascular and metabolic diseases) along with the influence that such variables have on the muscle damage and suggest the needed on the implementation of both aerobic and strength training for elderly.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Key words:

Physical function.

Fitness.

Training.

Elderly.

Strength.

Biochemical profile.

Correspondencia:

J. del Pozo Cruz.

Centro Andaluz de Biología del Desarrollo.

Universidad Pablo de Olavide-CSIC, CIBERER,

Instituto de Salud Carlos III.

Carretera de Utrera Km. 1, 41013 Sevilla, España.

Correo electrónico: jdelcr@upo.es.

Financiación

El presente trabajo ha sido financiado por la Junta de Andalucía. Jesús del Pozo-Cruz fue galardonado con una beca predoctoral financiada por el proyecto IMD2010-SC002 del Centro Andaluz de Medicina del Deporte, en nombre de la Junta de Andalucía.

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un proceso multifactorial que se ve influenciado por el paso del tiempo y por cambios funcionales, fisiológicos, biológicos y sociales¹. Existe una disminución de las capacidades físicas y de los compromisos de actividad de la vida diaria. Este decrecimiento está relacionado en la vejez con las condiciones sociodemográficas, autocuidado, salud física y salud mental de los individuos¹². Además, durante el envejecimiento se observa un incremento en los perfiles lipídicos y bioquímicos repercutiendo todo ello en un aumento de la morbilidad³⁴. Dentro del marco multifactorial propuesto para el tratamiento de los problemas asociados al envejecimiento, el ejercicio físico se ha perfilado como eje central de acción, como factor tanto preventivo como de tratamiento, mejorando las consecuencias propias del proceso de envejecimiento e incrementando así los niveles de calidad de vida en aquellos sujetos que adoptan un estilo de vida más activo. En este sentido, las relaciones entre la actividad física y la salud es un tema de investigación bastante abordado por investigadores desde diferentes puntos de vista, siendo multitud los estudios que tratan de explicar la relación entre estos dos paradigmas. Muchos estudios muestran los efectos que la actividad física tiene sobre los diferentes sistemas y órganos que componen el cuerpo humano, mejorando así la capacidad funcional de los individuos⁵. Así, también ha sido ampliamente comprobado el efecto protector y preventivo que la práctica regular de actividad física tiene sobre diferentes enfermedades, como por ejemplo las de tipo metabólico⁶. Por otro lado, se ha podido determinar también que una adecuada nutrición influye sobre la salud de las personas⁷. Hoy, existe evidencia científica de que el incremento de algunas capacidades funcionales tiene efectos beneficiosos sobre la salud^{8,9}. Así, una mayor capacidad aeróbica ha demostrado tener efectos positivos sobre el perfil de riesgo cardiovascular (lipídico) y metabólico en personas mayores¹⁰. Pero aún no parece clara la influencia que el *fitness* puede tener sobre el daño muscular. Estudios previos han asociado mayores niveles de marcadores de daño muscular a patologías, edad e incluso a la ingesta de fármacos¹¹, mostrando además relación estrecha con la práctica de actividad física e indicando cómo altas intensidades de ejercicio pueden estar relacionadas con niveles más elevados de daño muscular, siendo la relación inversa cuando la intensidad es de baja a moderada¹¹. Lo que sí parece claro es que los niveles séricos de daño muscular parecen ser marcadores del estado funcional de los tejidos musculares, representando un incremento de estos marcadores disfunción tisular y muscular importante^{12,13}. Aunque son numerosos los estudios que relacionan la actividad física y el *fitness* funcional con la calidad de vida, son escasos los estudios que analizan y evalúan la influencia que la capacidad funcional pueda tener sobre los perfiles bioquímicos de personas mayores de 65 años. Por ello, los objetivos del presente estudio fueron:

- 1) Establecer la influencia que la capacidad funcional de personas mayores pueda tener sobre sus perfiles lipídicos, bioquímicos y daño muscular.
- 2) Establecer las relaciones que en población mayor se dan entre la capacidad funcional y los diferentes perfiles bioquímicos objeto de estudio.

MÉTODOS

Diseño

Se usó un diseño de corte transversal observacional. Se cumplieron las consideraciones éticas para el estudio con humanos declaradas en Hel-

sinki y más tarde revisadas en el año 2004. Se informó a todos los sujetos del propósito del estudio tanto verbalmente como por escrito. Se informó a su vez que eran libres de abandonar el estudio en cualquier momento, no necesariamente teniendo que declarar el motivo. Previa inclusión en el estudio, todos los participantes firmaron el documento de consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el comité ético de la universidad.

Participantes

La recogida de datos se llevó a cabo en diferentes asociaciones de la provincia de Sevilla, en el sur de España, entre los meses de febrero y abril del año 2011, intentando limitar al máximo el tiempo invertido en esta acción para garantizar la validez de los resultados obtenidos, minimizando en la medida de lo posible el efecto de los factores medioambientales y estacionales. De las 3 asociaciones y centros de día visitados, dos decidieron participar en el estudio. De los 91 sujetos que firmaron el consentimiento informado, finalmente se incluyeron 43 sujetos voluntarios que cumplían con la totalidad de los criterios de inclusión/exclusión, de los cuales 19 eran hombres y 24 mujeres. Los criterios de inclusión fueron: ser sujetos mayores de 65 años, estar adscritos al centro de día donde se llevó a cabo el estudio, no padecer enfermedades cognitivas de gravedad, enfermedades cardíacas de gravedad y enfermedades hepáticas o renales de severidad. Los criterios de exclusión fueron ser menor de 65 años y tener alguna patología severa que impidiera la realización de las pruebas físicas.

Procedimientos

Se recogieron en un cuestionario de elaboración propia las características sociodemográficas, de salud y de hábitos de vida que incluyeron: edad, sexo, vivienda, nivel de estudios y situación laboral, número de enfermedades y número de fármacos. Así mismo se recogieron las características clínicas (que incluyeron: presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y frecuencia cardíaca (FC) mediante un monitor de presión arterial (OMRON M6 W HEM-7213-E, con precisión de presión de ± 3 mm Hg y de pulso de ± 5 latidos por minuto), variables relacionadas con el estado nutricional (a través del cuestionario *Mini Nutritional Assessment* versión española¹⁴) y la composición corporal (peso, altura, porcentaje % de grasa corporal mediante sistema de bioimpedancia (tanita BF 350). Se calculó así mismo el índice de masa corporal (IMC) y el índice cadera cintura. Todas las mediciones se llevaron a cabo en una habitación con temperatura ambiente agradable ($22 \pm 2^\circ\text{C}$) y de forma individual.

Variables bioquímicas

Tras la extracción de sangre, se separó el plasma y se guardó a -80 grados hasta su análisis. Se evaluó el perfil lipídico de los sujetos (colesterol total, HDL, LDL y triglicéridos), perfil bioquímico general (glucosa, transaminasas - GOT y GPT - y creatinina) así como el daño muscular en estado basal de los sujetos (CK). Todas las evaluaciones fueron realizadas con el sistema reflotron plus (2008, Roche Diagnostics, S.L).

Valoración antropométrica

Para la valoración antropométrica utilizamos como material una báscula de la marca Seca, con una precisión de ± 100 g. y un tallímetro de la

misma marca, con una precisión de ± 1 mm. Para determinar el IMC se utilizó la fórmula: peso (Kg) / estatura $2(m)$. Para evaluar el porcentaje de grasa se usó un monitor de grasa de la marca tanita BF 350. Para la evaluación de los perímetros corporales se utilizó una cinta métrica con una precisión de ± 1 mm. Se evaluaron los perímetros de cintura-cadera y se calculó el índice derivado, índice de cintura-cadera (mediante la fórmula perímetro de cintura - cm - / perímetro de cadera - cm -).

Condición física relacionada con la salud

Las medidas correspondientes a la evaluación de la condición física relacionada con la salud (CFRS) utilizadas en el estudio fueron previamente validadas y estandarizadas para población adulta - mayor española¹⁵. Para la evaluación de la fuerza de prensión manual¹⁶⁻¹⁸ en la mano dominante (PM_{md}) se utilizó un dinamómetro de prensión manual digital (TKK 5401, Tokio, Japón). Previo a la evaluación de cada paciente se ajustó el instrumental al tamaño de la mano. En bipedestación y con el dinamómetro sostenido con la mano dominante, se le pidió al sujeto que flexionara los dedos de la mano con la máxima fuerza posible, manteniendo la posición del dinamómetro en relación al antebrazo extendido, sin ninguna flexión, extensión o rotación de la mano. Para obtener la puntuación, se anotaron dos intentos y se anotó el mejor intento realizado. Para evaluar la resistencia de las extremidades inferiores se usó el test de "sentarse y levantarse" (CST)¹⁹ pidiendo al sujeto que se levantara y sentara de una silla (tamaño estándar, 43 - 44 cm de altura) con los brazos en cruz y pegados al pecho. El sumatorio de veces que el sujeto consiguió esta combinación en 30 segundos se consideró la puntuación de la prueba. Para valorar el equilibrio dinámico se utilizó el test "time up and go" (TUG)¹⁹. Desde una posición de sentado en una silla se le pidió a los sujetos que se levantaran y caminasen hasta una señal colocada a 3 metros de la silla y diesen la vuelta hasta volver a sentarse en la misma. La puntuación final se obtuvo contando el tiempo total invertido en la realización de la prueba. Se anotó el mejor de dos intentos (con un descanso de 10 segundos entre pruebas). Para valorar la capacidad aeróbica se usó el test de los 6 minutos andando (T6MW)¹⁹. Se le pidió a los sujetos que anduvieran al máximo de sus posibilidades, pero sin llegar a correr, en un terreno de distancia conocida durante 6 minutos. Se anotó el número de metros recorridos durante el tiempo total de la prueba.

Tras la firma del consentimiento informado, los sujetos fueron citados para la evaluación en dos días alternos. El primer día se procedió a la extracción de sangre por parte del profesional correspondiente (se le pidió a los sujetos que acudieran a dicha extracción en ayunas) y tras ello a la administración de los diferentes cuestionarios usados en el estudio y al registro de las características clínicas. El segundo día de evaluación se procedió a la administración de la batería de *fitness* tras la valoración del perfil antropométrico y de composición corporal en el siguiente orden: dinamometría manual, test de equilibrio, tras esto se evaluó el test de sentarse y levantarse, y por último el test de los 6 minutos andando. Entre prueba y prueba se dio un descanso de entre 3 y 5 minutos para favorecer una completa recuperación.

Análisis estadístico

La estadística descriptiva ha sido presentada como media y DE (desviación estándar) para las variables continuas y en términos de frecuencia y porcentajes para las variables categóricas. La normalidad de los datos fue explorada inicialmente usando el test de Kolgomorov-Smirnov con

corrección de Lillifors. Para el propósito del estudio todos los datos fueron organizados en diferentes subgrupos de acuerdo al sexo (hombres y mujeres) y al nivel de capacidad funcional (bajo nivel de capacidad funcional - sujetos alojados bajo el percentil 50 de los datos- y alto nivel de capacidad funcional - sujetos alojados por encima del percentil 50 de los datos-). Tras comprobar la normalidad de los datos, las diferencias entre grupos fueron analizadas mediante el test de Student para las variables continuas con distribución paramétrica y mediante el test U de Mann Whitney para variables de distribución no paramétrica y se usó el test de chi Cuadrado para las variables categóricas. El nivel de correlación fue establecido atendiendo a las recomendaciones de los expertos²⁰. Un nivel comprendido entre 0,1 y 0,29 fue considerado bajo; un nivel de entre 0,3 y 0,49 fue considerado moderado y un nivel mayor de 0,5 fue considerado alto. Para todos los test, el nivel de significación se fijó en $p < 0,05$. Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico SPSS versión 17.0. (SPSS, Inc., Chicago, IL).

RESULTADOS

La tabla 1 muestra las características sociodemográficas de la población de estudio. Las variables son presentadas y diferenciadas en función del género. Tan solo en la variable edad encontramos diferencias significativas, donde la media de edad de los hombres es mayor que la media de edad de las mujeres ($p = 0,031$). Las características clínicas, nutricionales y de composición corporal son mostradas en la tabla 2. Tras los análisis estadísticos realizados para género, tan solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la altura ($p = 0,001$) donde los hombres tienen más que las mujeres en nuestra población de estudio.

Capacidad funcional y perfil bioquímico

En general, los hombres tienen una mayor capacidad funcional que las mujeres. En este sentido encontramos diferencias significativas en los test T6MW ($p = 0,050$), TUG ($p = 0,050$) y PM_{md} ($p < 0,01$), donde los hombres alcanzan valores más satisfactorios que las mujeres (tabla 3). Resultados parecidos observamos cuando exploramos el perfil lipídico, encontramos diferencias significativas en todos los parámetros de estudio (colesterol total: $p = 0,021$; colesterol HDL: $p = 0,032$; colesterol LDL: $p = 0,001$) excepto en triglicéridos (tabla 3). Cuando analizamos el resto de las variables tan solo localizamos diferencias significativas a favor de los hombres en glucosa basal ($p = 0,024$) y en la CK ($p = 0,011$) (tabla 3).

La figura 1 muestra la influencia que la capacidad aeróbica de los sujetos tiene sobre los parámetros bioquímicos de estudio. Pese a que existe una tendencia de resultados más satisfactorios (en este caso valores menos elevados) en aquellos sujetos que alcanzan mayores niveles de capacidad aeróbica (T6MW $p \geq 50$), solamente en las variables colesterol total (fig. 1a) y CK (fig. 1i) encontramos diferencias significativas donde aquellos sujetos que tienen menor capacidad aeróbica alcanzan mayores niveles de colesterol ($p = 0,041$) y CK ($p = 0,036$). Cuando analizamos la influencia de la capacidad aeróbica basada en género hallamos diferencias estadísticamente significativas en la variable colesterol total tanto en hombres ($p = 0,021$) como en mujeres (0,026), encontrando diferencias significativas en la CK ($p = 0,034$) tan solo para hombres (tabla 4), siendo mayores los valores encontrados en aquellos sujetos que reportan menores niveles de capacidad aeróbica. Cuando analizamos la influencia que el equilibrio dinámico puede tener sobre los parámetros bioquímicos estudiados (fig. 2) pese a existir una ten-

Tabla 1

Caracterización de la muestra. Nivel socio-demográfico (N = 43)

Variables ^a	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Valor de p
Edad (años)	70,46 (5,78)	72,57 (5,94)	68,79 (5,17)	0,031 ^a
Sexo, n (%)	M:19 (44,8)/F:24 (55,2)	–	–	
<i>Con quién vive actualmente</i>				
En casa solo, n (%)	16 (37,2)	8 (42,1)	8 (33,3)	0,663 ^b
En casa con mi esposo/a, n (%)	23 (53,5)	10 (52,6)	13 (54,2)	
Con mis hijos, hermanos..., n (%)	4 (9,3)	1 (5,3)	3 (12,5)	
<i>Nivel de estudios</i>				
Ninguno, n (%)	17 (39,5)	6 (31,6)	11 (45,8)	0,507 ^b
Primaria incompleta (saber leer y escribir), n (%)	12 (27,9)	5 (26,3)	7 (29,2)	
Primaria completa, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Escuela de oficios o FP, n (%)	13 (30,2)	7 (36,3)	6 (25,0)	
Bachiller incompleto, n (%)	1 (2,3)	1 (5,3)	0 (0)	
Bachiller completo, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Diplomado universitario, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Licenciado, Ingeniero o Arquitecto, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
<i>Situación laboral</i>				
Trabaja a tiempo parcial o completo, n (%)	7 (16,3)	1 (5,3)	6 (25,0)	0,177 ^b
Parado/a, n (%)	1 (2,3)	1 (5,3)	0 (0)	
Jubilado/a, n (%)	22 (51,2)	12 (63,2)	10 (41,7)	
No trabaja, n (%)	13 (30,2)	5 (26,3)	8 (33,3)	

Variables presentadas como media (DE) y en frecuencia (%); a: valor de p calculado mediante la prueba t-test para muestras independientes; b: valor de p calculado mediante la prueba estadística chi Cuadrado.

Tabla 2

Características clínicas de la muestra. Diferencias basadas en género (N = 43)

Variables	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Valor de p
Clínicas				
PA sistólica (mm Hg)	137 (25,76)	139,52 (16,86)	135,00 (31,31)	0,574 ^a
PA diastólica (mm Hg)	76,72 (14,38)	77,84 (9,73)	75,83 (17,37)	0,655 ^a
FC reposo	73,86 (11,49)	77,84 (9,73)	75,20 (12,09)	0,394 ^a
N.º Enfermedades	2,23 (1,63)	2,21 (1,65)	2,25 (1,64)	0,428 ^a
N.º Fármacos	3,98 (3,26)	3,52 (3,13)	4,33 (3,39)	0,938 ^a
Estado nutricional				
Estado nutricional satisfactorio, n (%)	28 (65,11)	12 (63,2)	16 (66,7)	0,811 ^a
Riesgo de malnutrición, n (%)	15 (34,88)	7 (36,8)	8 (33,3)	
Mal estado nutricional, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	
Composición corporal				
Peso (Kg)	77,0 (19,47)	84,76 (17,24)	73,49 (20,71)	0,10 ^a
Altura (cm)	69,27 (27)	166,89 (8,54)	156,33 (7,67)	0,00^b
IMC (Kg/m²)	29,94 (7,91)	30,07 (5,32)	30,05 (10,00)	0,99 ^a
ICC	0,87 (0,8)	0,90 (0,1)	0,85 (0,07)	0,13 ^a
% Grasa corporal	27,40 (11,91)	25,15 (7,48)	29,18 (14,41)	0,27 ^a

Resultados presentados como media (DE) para variables continuas y frecuencia (porcentaje) para variables categóricas. PA sistólica: presión arterial sistólica; PA diastólica: presión arterial diastólica; FC reposo: frecuencia cardiaca de reposo; a: valor de p calculado mediante prueba t-test para muestras independientes; b: valor de p calculado mediante prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

dencia de hallar más valores satisfactorios para aquellos sujetos que reportan mejores resultados en la prueba TUG, no se encuentran diferencias significativas. Algo similar ocurre cuando analizamos los resultados de la prueba basados en género, donde tampoco hallamos diferencias significativas (tabla 4). La figura 3 muestra la influencia que la fuerza de los miembros inferiores tiene sobre los parámetros bioquímicos de estudio. Aunque tan solo localizamos diferencias estadísticas para la variable TG (fig. 3h) ($p = 0,019$) (donde aquellas personas que reportan mejores resultados en la prueba CST tienen menores niveles de TG), observamos una tendencia a la disminución en la mayoría de los parámetros de estudios para aquellas personas que obtienen mejores resultados en CST. Además, si analizamos los resultados de la prueba por sexo, aunque observamos la misma tendencia no existen diferencias estadísticamente significativas (tabla 4). Cuando analizamos la influencia que la fuerza de prensión manual hace sobre las variables de estudio, hallamos diferencias significativas para el perfil lipídico - coles-

terol total: $p = 0,026$ (fig. 4a); colesterol LDL: $p = 0,006$ (fig. 4g); colesterol HDL: $p = 0,048$ (fig. 4f)- y en las transaminasas - GOT: $p = 0,041$ (fig. 4d) -, obteniendo mayores valores aquellas personas con una menor fuerza de prensión manual. Similares resultados obtenemos si analizamos los resultados basados en género, donde la fuerza de prensión manual ejerce influencia obteniendo diferencias significativas en las variables Col-C para hombres ($p = 0,042$) y LDL para mujeres ($p = 0,022$), obteniendo mayores niveles aquellos sujetos que reportan menores niveles de fuerza de prensión manual (tabla 4).

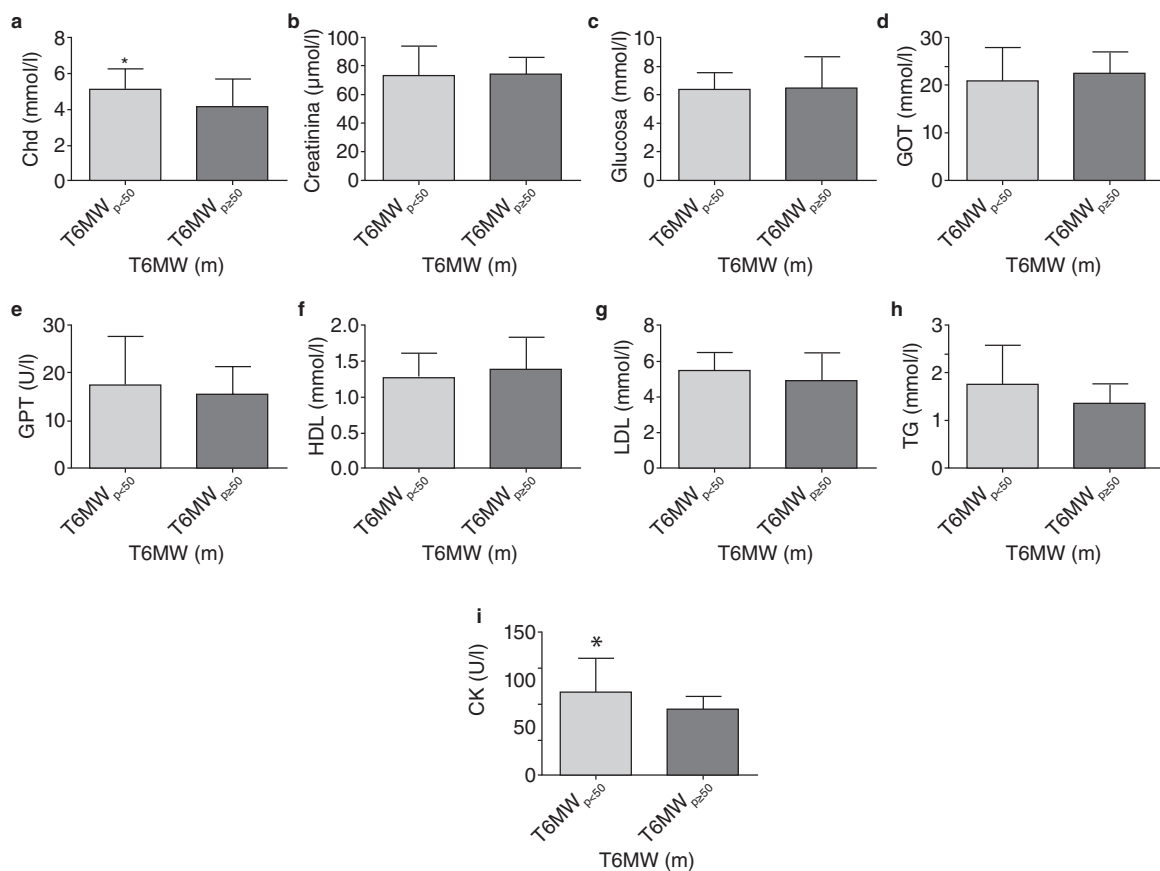
Relación entre capacidad funcional y perfil bioquímico

La tabla 5 muestra los resultados obtenidos tras los análisis de correlación entre las variables de capacidad funcional y las variables bioquímicas objeto de estudio, tanto para población total como disgregado entre hombres y mujeres. Se halló una correlación negativa y alta entre la ca-

Tabla 3Nivel de *fitness* de los sujetos participantes en el estudio y variables bioquímicas. Diferencias basadas en género (N = 43)

Test de capacidad funcional	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Valor de p
6MWT (m)	461,45 (93,18)	490,77 (95,86)	438,23 (85,97)	0,05^a
TUG (s)	7,84 (1,74)	7,27 (1,77)	8,29 (1,61)	0,05^a
CST (N.º ciclos sentarse-levantarse)	15,09 (2,88)	15,78 (2,85)	14,54 (2,8)	0,16 ^a
PM _{md} (Kg)	29,59 (12,89)	39,42 (12,73)	21,81 (5,80)	0,00^a
Perfil lipídico				
Col-T (mmol/l)	4,61 (1,43)	4,04 (1,58)	5,05 (1,12)	0,02^a
HDL-C (mmol/l)	1,37 (0,44)	1,19 (0,36)	1,48 (0,48)	0,03^a
LDL-C (mmol/l)	5,33 (1,47)	4,59 (1,49)	5,83 (1,30)	0,00^a
TG (mmol/l)	1,55 (0,66)	1,55 (0,86)	1,54 (0,54)	0,956 ^a
Perfil bioquímico general				
Glucosa (mmol/l)	6,66 (2,19)	6,86 (2,45)	6,50 (2,00)	0,574 ^b
GOT (U/l)	21,52 (6,07)	21,58 (5,76)	21,47 (6,43)	0,950 ^a
GPT (U/l)	16,48 (8,1)	15,66 (4,34)	17,13 (10,32)	0,563 ^a
Creatinina (μmol/l)	75,04 (17,31)	81,01 (18,40)	70,56 (15,33)	0,024^b
Daño muscular				
CK (U/l)	66,58 (27,78)	82,96 (30,30)	54,89 (19,89)	0,011^a

Variables presentadas como media (desviación estándar). T6MW: test de 6 minutos caminando; TUG: test de levántate y anda; CST: test de sentarse y levantarse; PM_{md}: prensión manual evaluada en la mano dominante; Col-T: colesterol total; HDL-C: lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: lipoproteínas de baja densidad; TG: triglicéridos; GOT: transaminasa glutámico-oxalacética; GPT: transaminasa glutámico-piruvica; CK: creatinquinasa; a: valor de p calculado mediante prueba t-test para muestras independientes; b: valor de p calculado mediante prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

**Fig. 1.** Influencia de la capacidad aeróbica sobre los parámetros bioquímicos de estudio. T6MW p < 50: percentil 0 - 50; T6MW p > 50: Percentil mayor de 50.

pacidad funcional y el daño muscular ($r = -0,662$; $p = 0,001$) para mujeres. Así mismo se halló una correlación negativa y alta entre las variables TUG y CK ($r = -0,572$; $p = 0,001$) para población total. Similares resultados encontramos con la PM_{md} y la CK, donde se observó una correlación positiva y moderada entre las variables ($r = 0,460$; $p = 0,037$). Por último,

se encontró una correlación positiva y alta en hombres entre la variable TUG y GOT ($r = 0,580$; $p = 0,009$). Además, en hombres también se observó una correlación negativa y alta entre las variables PM_{md} y GOT ($r = -0,663$; $p = 0,002$). Para el resto de variables no se hallaron correlaciones significativas.

Tabla 4
Influencia de la capacidad funcional sobre parámetros bioquímicos. Diferencias basadas en género (n = 43)

Variable	Test de capacidad funcional									
	T6MW (m)		TUG (s)		CST (No. of stands)		Presión manual mano dominante (kg)			
	Hombres (n = 19)		Hombres (n = 19)		Hombres (n = 19)		Hombres (n = 19)		Mujeres (n = 24)	
	p < 50 (n = 7)	p ≥ 50 (n = 12)	p < 50 (n = 10)	p ≥ 50 (n = 9)	p < 50 (n = 11)	p ≥ 50 (n = 8)	p < 50 (n = 9)	p ≥ 50 (n = 10)	p < 50 (n = 11)	p ≥ 50 (n = 13)
Perfil lipídico										
Col-T (mmol/l)	4,91* (1,34)	5,39* (1,28)	4,43 (0,83)	4,75 (1,13)	4,81 (1,49)	5,07 (0,902)	4,31-102	4,39 (1,77)	5,26 (1,32)	4,84 (0,93)
HDL (mmol/l)	1,51 (0,31)	1,16 (0,36)	1,31 (0,379)	1,48 (0,58)	1,27 (0,437)	1,30 (0,434)	1,36 (0,39)	1,36 (0,41)	1,45 (0,38)	1,27 (0,60)
LDL (mmol/l)	5,43* (1,22)	4,11 (1,49)	4,86 (1,16)	5,16 (0,969)	6,54 (1,34)	5,00 (1,04)	5,44 (1,22)	5,29 (0,73)	4,93 (1,69)	4,72 (-1,06)
TG (mmol/l)	1,58 (0,64)	1,32 (0,46)	1,35 (0,42)	1,45 (0,619)	1,59 (0,837)	1,59 (0,546)	1,59 (0,47)	1,32 (0,63)	1,44 (0,54)	1,45 (0,371)
Daño muscular										
CK (U/l)	10794* (15,46)	6795 (22,14)	85,35 (-35,59)	64,07 (22,20)	74,78 (18,97)	91,47 (34,15)	71,49 (22,88)	73,48 (35,00)	83,76 (27,96)	81,21 (29,39)
Perfil bioquímico										
Glucosa (mmol/l)	6,55 (2,07)	6,98 (2,81)	6,96 (2,49)	6,35 (1,09)	7,30 (3,11)	7,30 (3,11)	6,23 (1,37)	7,24 (3,60)	6,05 (0,68)	7,31 (2,59)
GOT (U/l)	23,7 (8,37)	21,1 (21,1)	22,4 (6,49)	19,6 (4,68)	23,7 (6,53)	21,7 (5,43)	22,7 (7,34)	21,1 (5,65)	20,5 (5,89)	21,8 (5,87)
GPT (U/l)	21,6 (16,4)	16,6 (4,22)	15,5 (7,20)	14,4 (4,45)	15,7 (4,17)	16,9 (6,83)	16,4 (4,52)	16,1 (3,50)	14,3 (3,31)	15,6 (7,58)
Creatinina (μmol/l)	68,4 (6,43)	78,2 (13,9)	69,8 (16,7)	76,9 (20,8)	74,9 (14,7)	73,8 (10,4)	71,2 (12,8)	79,4 (10,5)	69,4 (15,7)	81,7 (23,5)

Variables presentadas como media (desviación estándar). T6MW: test de 6 minutos caminando; TUG: test de levantarse y andar; CST: test de sentarse y levantarse; PM₅₀: presión manual evaluada en la mano dominante; Col-T: colesterol total; HDL-C: lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: lipoproteínas de baja densidad; TC: triglicéridos; GOT: transaminasa glutámico-oxalacética; GPT: transaminasa glutámico-piruvica; CK: creatinina; a: valor de p calculado mediante prueba t-test para muestras independientes; b: valor de p calculado mediante prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se muestra un novedoso análisis donde 43 sujetos mayores de 65 años no institucionalizados (19 hombres y 24 mujeres) son caracterizados en función de su capacidad funcional y se analiza la influencia que esta puede tener sobre el perfil bioquímico y daño muscular y general, presentando además las relaciones que existen entre estas variables. Aunque la muestra de nuestro estudio parece no ser representativa de la población general mayor de 65 años, al comparar las características funcionales de nuestros sujetos con estudios poblacionales que caracterizan a la población española en base a su nivel de *fitness*, observamos que nuestros resultados son similares a los obtenidos por estos estudios que caracterizan a la población española e internacional^{21,22}.

El principal hallazgo de este estudio fue, por una parte, la influencia positiva que altos niveles de capacidad aeróbica y fuerza pueden tener tanto sobre el perfil lipídico, así como sobre el daño muscular y la relación hallada entre la capacidad funcional y el daño muscular. En este sentido nuestros resultados concuerdan con los hallados en estudios previos, donde se plantea la evaluación de la capacidad aeróbica y de la fuerza como capacidades relacionadas con la prevención del riesgo cardiovascular y factores de riesgo asociados¹⁰. Además, y en consonancia con nuestros resultados, estudios previos muestran únicamente la necesidad de evaluar las capacidades de fuerza y capacidad aeróbica como representantes de la salud de los individuos²²⁻²⁴. Por otro lado, nuestro estudio sugiere la idea de que estos resultados se mantienen cuando pormenorizamos el estudio por género dando consistencia a los resultados encontrados, siendo además estos consistentes junto con los presentados por estudios poblacionales basados en género, en donde se muestra que la capacidad aeróbica y la fuerza muscular o la resistencia pueden ser predictivos de la morbilidad de las personas y del riesgo cardiovascular^{25,26}. Pese a no existir bibliografía específica que relacione la capacidad funcional y los niveles de CK en personas mayores de 65 años, otros ensayos revelan la relación que diferentes deportes tienen sobre estos niveles, encontrando que aquellos sujetos practicantes de deportes más extenuantes, o que implican a la musculatura general con mayor intensidad muestran mayores niveles de CK y aquellos más aeróbicos menores niveles^{13,27-29}, soportando esto lo encontrado en nuestro estudio, donde la relación es inversa con la fuerza y positiva con la capacidad aeróbica. Estos resultados pueden ser explicados por la idea de que la intensidad en el ejercicio parece dañar el músculo esquelético a nivel de sarcolema, y esto se traduce en un aumento de CK total. Cuando la carga supera un cierto límite de capacidad muscular, existe una fuga de CK en el flujo intersticial, que es tomada por el sistema linfático y devuelto a la circulación, aumentando los niveles de CK en sangre³⁰.

Adicionalmente, en nuestro estudio se puede observar que la fuerza de resistencia de los miembros inferiores, evaluada mediante la prueba CST, parece mostrar una influencia positiva sobre el perfil lipídico, disminuyendo los niveles de triglicéridos en aquellos sujetos con mayores niveles alcanzados en esta prueba. Estudios anteriores han mostrado que el entrenamiento de resistencia puede estar relacionado positivamente con la disminución de triglicéridos en sangre³¹ concordando esto con lo hallado en nuestros resultados. Esto puede ser explicado por la idea de que el entrenamiento de resistencia aumenta la tasa de oxidación de las grasas, presentando además los triglicéridos una fuente importante de combustible para este tipo de ejercicio. La oxidación de triglicéridos aumenta progresivamente con el ejercicio al aumentar la tasa de requerimientos energéticos del músculo, movilizándolo así los ácidos

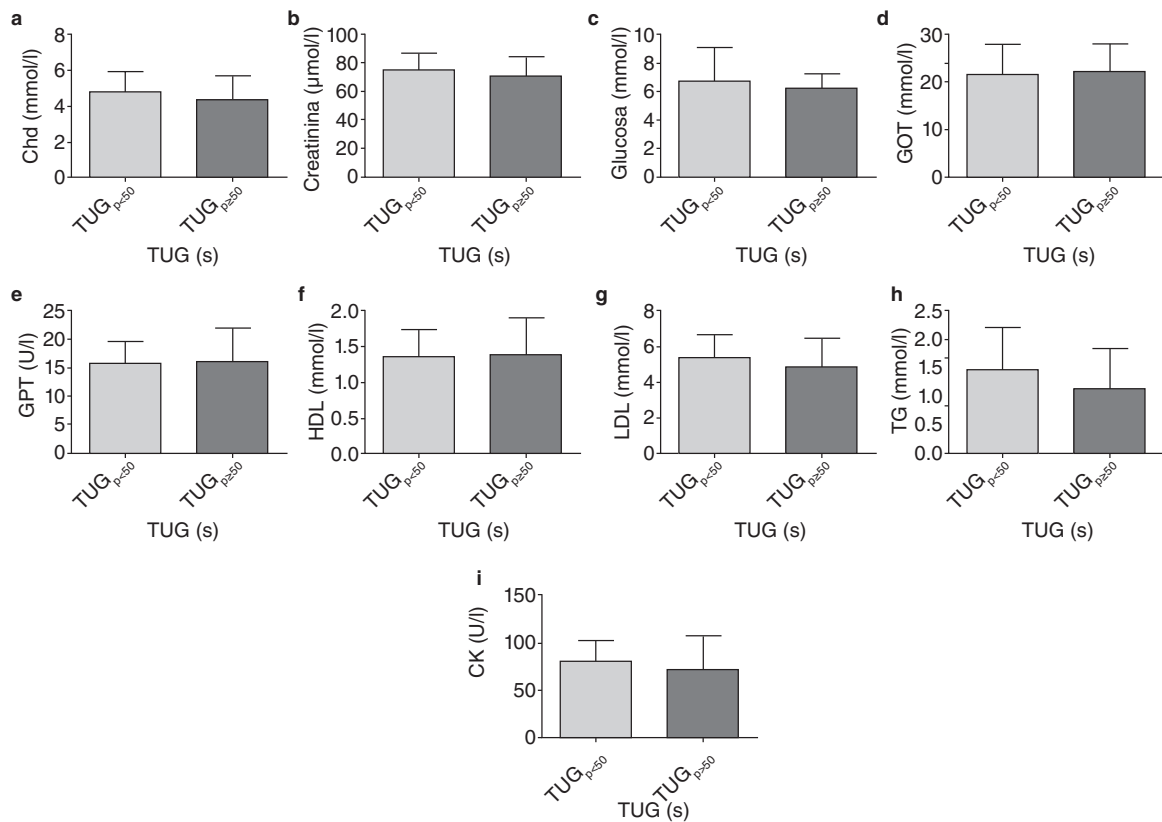


Fig. 2. Influencia de la agilidad sobre los parámetros bioquímicos de estudio. TUG p < 50: percentil 0 - 50; TUG p > 50: percentil mayor de 50.

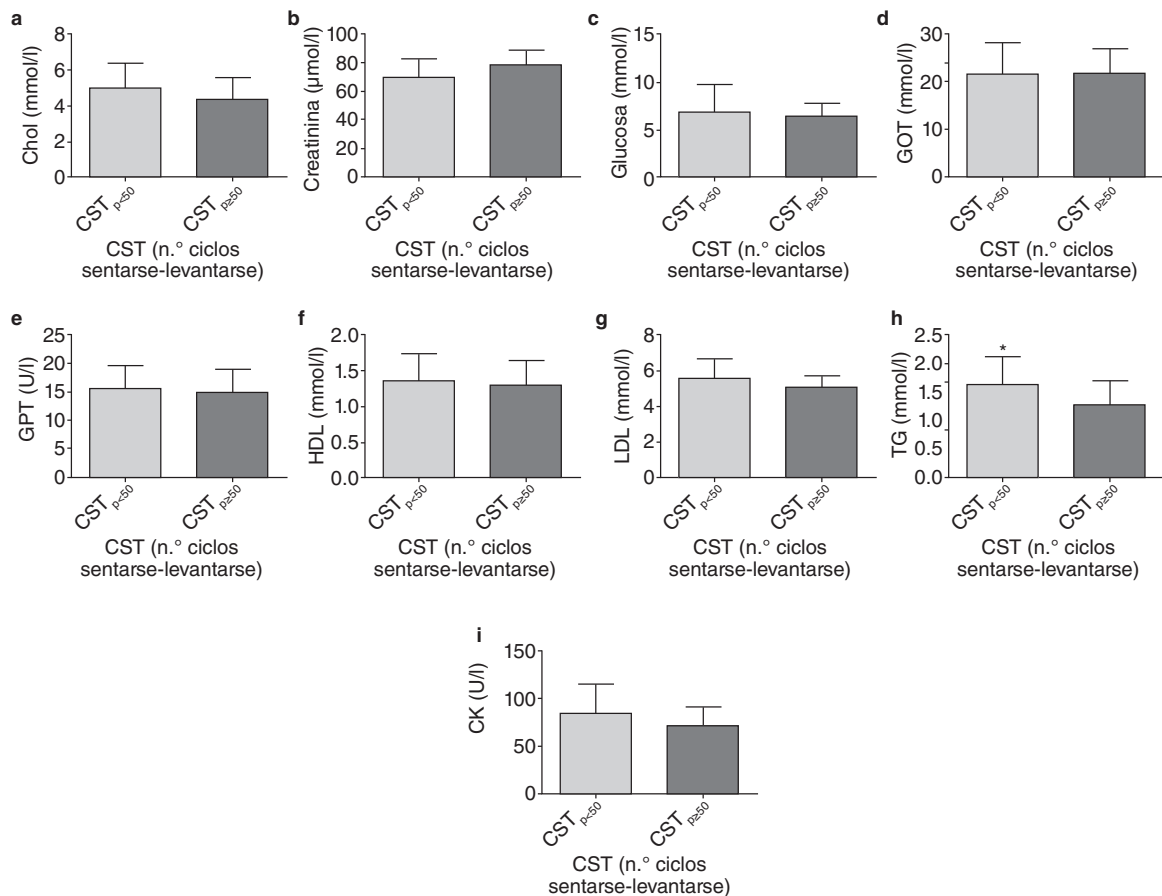


Fig. 3. Influencia de la fuerza de miembros inferiores sobre los parámetros bioquímicos de estudio. CST p < 50: percentil 0 - 50; CST p > 50: percentil mayor de 50.

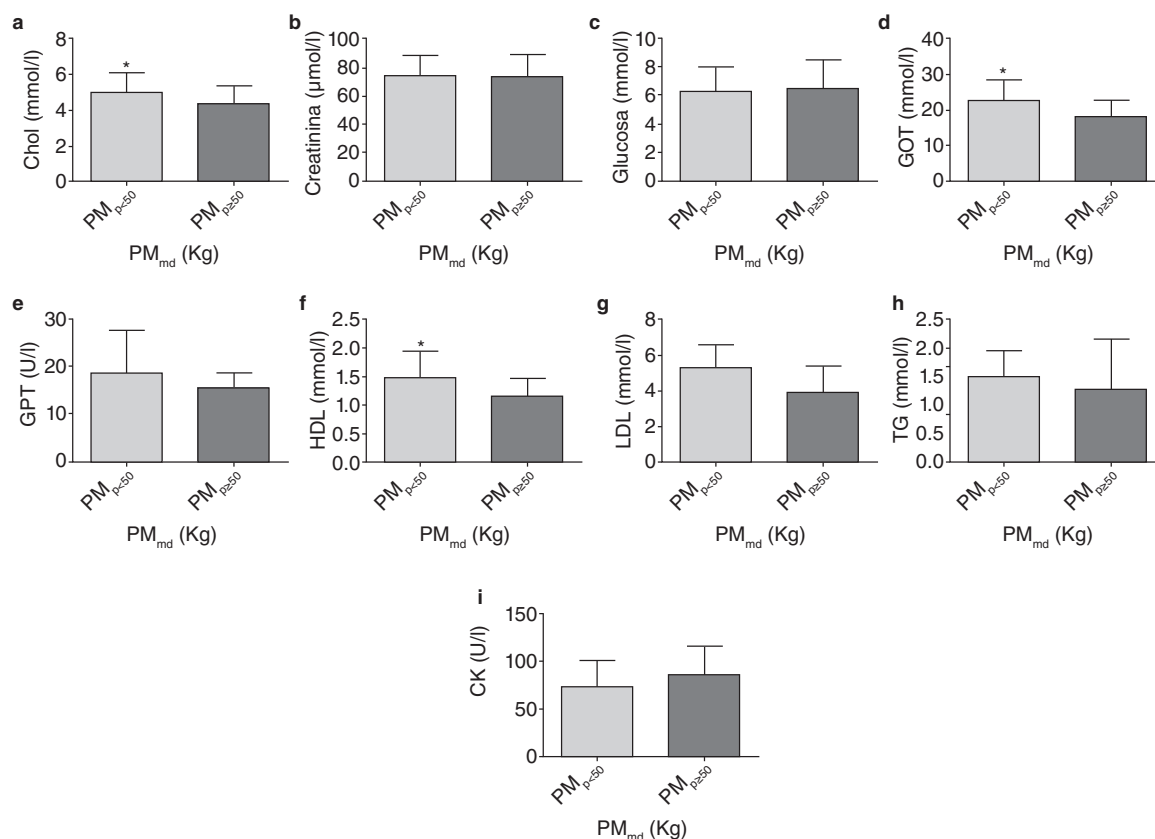


Fig. 4. Influencia de la presión manual sobre los parámetros bioquímicos de estudio. PM p < 50: percentil 0 - 50; PM p > 50: percentil mayor de 50.

Tabla 5

Correlación bivariada entre capacidad funcional y variables bioquímicas (N = 43)

Variable	Test de capacidad funcional											
	T6MW (m)			CST (N.º ciclos sentarse-levantarse)			TUG (s)			PM _{md} (Kg)		
	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)	Total (N = 43)	Hombres (n = 19)	Mujeres (n = 24)
Perfil lipídico												
Col-T (mmol/l)	-0,249	-0,394	0,112	-0,102	0,023	-0,083	0,033	0,013	-0,190	-0,238	-0,072	0,197
HDL (mmol/l)	0,026	0,292	0,034	0,034	0,130	0,102	-0,002	-0,190	-0,053	-0,135	0,241	0,004
LDL (mmol/l)	-0,198	-0,281	0,102	-0,069	-0,014	0,057	-0,053	-0,131	-0,267	-0,280	-0,090	0,188
TG (mmol/l)	-0,241	-0,390	-0,064	-0,152	-0,018	-0,381	0,116	0,129	0,126	0,113	0,140	0,168
Daño muscular												
CK (U/l)	-0,344	-0,252	-0,662**	0,389	0,405	0,122	-0,572**	-0,602	-0,491	0,460*	0,354	-0,116
Perfil bioquímico												
Glucosa (mmol/l)	-0,031	0,099	-0,222	-0,027	-0,069	-0,024	-0,116	-0,250	0,065	0,223	0,227	0,267
GOT (U/l)	0,141	-0,122	0,349	-0,119	-0,069	0,028	0,088	0,580**	-0,280	-0,226	-0,663**	0,127
GPT (U/l)	-0,064	-0,263	0,036	-0,045	-0,117	0,001	-0,136	-0,087	-0,223	0,007	0,002	0,220
Creatinina (μmol/l)	-0,011 [^]	-0,351 [^]	0,129 [^]	0,071 [^]	-0,165 [^]	0,164 [^]	-0,074 [^]	-0,020 [^]	0,050 [^]	0,167 [^]	0,030 [^]	-0,236 [^]

Valor de Pearson excepto las marcadas diferentes; [^]: valor de Spearman; *p<0,005; **p<0,001; Col-T: colesterol total; HDL-C: lipoproteínas de alta densidad; LDL-C: lipoproteínas de baja densidad; TG: triglicéridos; GOT: transaminasa glutámico-oxalacética; GPT: transaminasa glutámico-piruvática; T6MW: test de 6 minutos caminando; TUG: test de levántate y anda; CST: test de sentarse y levantarse; PM_{md}: presión manual evaluada en la mano dominante.

grasos hacia las mitocondrias musculares³². Por último, parece haber una relación entre la transaminasa glutámico-oxalacética (GOT) y el *fitness* muscular, donde se observa que para altos niveles de *fitness* muscular disminuyen los niveles de GOT, mostrándose además una relación inversa en las correlaciones. Estos resultados son contradictorios con los presentados por otros autores, quienes indican que mayores niveles de ejercicios y capacidad funcional se relacionan con aumentos en GOT,

aunque aún parece no estar muy clara esta relación debido a los múltiples factores (como enfermedades) que pueden influir en la elevación de estos factores³³.

Este estudio presenta ciertas limitaciones que necesitan ser discutidas para un total entendimiento del mismo. Aunque el tipo de diseño utilizado puede limitar en parte la generalización de los datos, las características socio-demográficas son similares a las de otros estudios pobla-

cionales encontrados^{34,35}. Además, por el tipo de diseño utilizado no es posible establecer relaciones de causalidad entre las variables de nuestro estudio. Se hacen necesarios futuros estudios longitudinales en población mayor no institucionalizada para poder corroborar nuestros resultados. Dada la escasez de datos desagregados en base al nivel de actividad física referidos a CFRS y parámetros bioquímicos en población mayor, son necesarios futuros estudios para determinar la influencia que el nivel de actividad y condición física y el tipo de entrenamiento puedan tener sobre los diferentes perfiles presentados en este trabajo.

En conclusión, este estudio muestra la influencia y la relación que la capacidad funcional en mayores (fuerza, movilidad, aptitud aeróbica y equilibrio dinámico) tiene sobre parámetros bioquímicos asociados a enfermedades metabólicas o cardiovasculares, así como sobre el daño muscular. A la vista de los resultados obtenidos en nuestro estudio parece ser que la capacidad aeróbica y la fuerza son las capacidades que más positivamente influyen sobre los diferentes perfiles bioquímicos estudiados y sobre el daño muscular, y por ello las orientaciones en el trabajo con mayores deberían contemplar el trabajo muscular en combinación con el trabajo de carácter aeróbico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Patronato municipal de deportes de Dos Hermanas (Sevilla) su colaboración, así como a todas las personas que se prestaron voluntarias para la realización del estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Rosa TE, Benicio MH, Latorre Mdo R, Ramos LR. [Determinant factors of functional status among the elderly]. *Rev Saude Publica*. 2003;37(1):40-8. Epub 2002/12/19. Factores determinantes da capacidade funcional entre idosos.
- Pfitzenmeyer P, Mourey F, Mischis-Troussard C, Bonneval P. Rehabilitation of serious postural insufficiency after falling in very elderly subjects. *Arch Gerontol Geriatr*. 2001;33(3):211-8. Epub 2004/09/18.
- Martinson BC, O'Connor PJ, Pronk NP. Physical inactivity and short-term all-cause mortality in adults with chronic disease. *Arch Intern Med*. 2001;161(9):1173-80. Epub 2001/05/18.
- Myers J, Kaykha A, George S, Abella J, Zaheer N, Lear S, et al. Fitness versus physical activity patterns in predicting mortality in men. *Am J Med*. 2004;117(12):912-8. Epub 2005/01/05.
- Williams NH, Hendry M, France B, Lewis R, Wilkinson C. Effectiveness of exercise-referral schemes to promote physical activity in adults: systematic review. *Br J Gen Pract*. 2007;57(545):979-86. Epub 2008/02/07.
- Piepoli MF, Conraads V, Corra U, Dickstein K, Francis DP, Jaarsma T, et al. Exercise training in heart failure: from theory to practice. A consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Heart Fail*. 2011;13(4):347-57. Epub 2011/03/26.
- Kaburagi T, Hirasawa R, Yoshino H, Odaka Y, Satomi M, Nakano M, et al. Nutritional status is strongly correlated with grip strength and depression in community-living elderly Japanese. *Public Health Nutr*. 2011;1-7. Epub 2011/03/24.
- Paterson DH, Jones GR, Rice CL. Ageing and physical activity: evidence to develop exercise recommendations for older adults. *Can J Public Health*. 2007;98 Suppl 2:S69-108. Epub 2008/01/25.
- Manini TM, Everhart JE, Patel KV, Schoeller DA, Colbert LH, Visser M, et al. Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *JAMA*. 2006;296(2):171-9. Epub 2006/07/13.
- Martins RA, Verissimo MT, Coelho e Silva MJ, Cumming SP, Teixeira AM. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. *Lipids Health Dis*. 2010;9:76. Epub 2010/07/29.
- Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull*. 2007;81-82:209-30. Epub 2007/06/16.
- Szumilak D, Sulowicz W, Walatek B. [Rhabdomyolysis: clinical features, causes, complications and treatment]. *Przegl Lek*. 1998;55(5):274-9. Epub 1998/09/19. Rhabdomyoliza: obraz kliniczny, przyczyny, powikłania i leczenie.
- Mokuno K, Riku S, Sugimura K, Takahashi A, Kato K, Osugi S. Serum creatine kinase isoenzymes in Duchenne muscular dystrophy determined by sensitive enzyme immunoassay methods. *Muscle Nerve*. 1987;10(5):459-63. Epub 1987/06/01.
- Bastiaanse LP, Vlasveld G, Penning C, Evenhuis HM. Feasibility and reliability of the Mini Nutritional Assessment (MNA) in older adults with intellectual disabilities. *J Nutr Health Aging*. 2012;16(9):759-62. Epub 2012/11/08.
- Rikli RE, Jones J. Development and validation of a functional fitness test for community residing older adults. *J Aging Phys Act*. 1999;7:129-61.
- Aparicio VA, Carbonell-Baeza A, Ruiz JR, Aranda P, Tercedor P, Delgado-Fernández M, et al. Fitness testing as a discriminative tool for the diagnosis and monitoring of fibromyalgia. *Scand J Med Sci Sports*. 2011. Epub 2011/11/19.
- Carbonell-Baeza A, Aparicio VA, Sjostrom M, Ruiz JR, Delgado-Fernandez M. Pain and functional capacity in female fibromyalgia patients. *Pain Med*. 2011;12(11):1667-75. Epub 2011/09/24.
- Tomas-Carus P, Hakkinen A, Gusi N, Leal A, Hakkinen K, Ortega-Alonso A. Aquatic training and detraining on fitness and quality of life in fibromyalgia. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(7):1044-50. Epub 2007/06/29.
- Rikli J. Senior Fitness Test Manual. IL: Champaign: Human Kinetics; 2001.
- Cohen J. Statistical power analysis for the behavioural sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Publishers; 1988.
- Olivares PR, Gusi N, Prieto J, Hernández-Mocholi MA. Fitness and health-related quality of life dimensions in community-dwelling middle aged and older adults. *Health Qual Life Outcomes*. 2011;9:117. Epub 2011/12/24.
- Garber CE, Greaney ML, Riebe D, Nigg CR, Burbank PA, Clark PG. Physical and mental health-related correlates of physical function in community dwelling older adults: a cross sectional study. *BMC Geriatr*. 2010;10:6. Epub 2010/02/05.
- Hakkinen A, Rinne M, Vasankari T, Santtila M, Hakkinen K, Kyrolainen H. Association of physical fitness with health-related quality of life in Finnish young men. *Health Qual Life Outcomes*. 2010;8:15. Epub 2010/01/30.
- Uemura S, Machida K. [The relationship of quality of life (QOL) with physical fitness, competence and stress response in elderly in Japan]. *Nihon Ei-seigaku Zasshi*. 2003;58(3):369-75. Epub 2003/10/10.
- Di Blasio A, Bucci I, Ripari P, Giuliani C, Izzicupo P, Di Donato F, et al. Lifestyle and high density lipoprotein cholesterol in postmenopause. *Climacteric*. 2013. Epub 2012/12/20.
- Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med*. 2001;31(15):1033-62. Epub 2001/12/12.
- Koutedakis Y, Raafat A, Sharp NC, Rosmarin MN, Beard MJ, Robbins SW. Serum enzyme activities in individuals with different levels of physical fitness. *J Sports Med Phys Fitness*. 1993;33(3):252-7. Epub 1993/09/01.
- Vincent HK, Vincent KR. The effect of training status on the serum creatine kinase response, soreness and muscle function following resistance exercise. *Int J Sports Med*. 1997;18(6):431-7. Epub 1997/08/01.
- Maxwell JH, Bloor CM. Effects of conditioning on exertional rhabdomyolysis and serum creatine kinase after severe exercise. *Enzyme*. 1981;26(4):177-81. Epub 1981/01/01.
- Mansi IA, Huang J. Rhabdomyolysis in response to weight-loss herbal medicine. *Am J Med Sci*. 2004;327(6):356-7. Epub 2004/06/18.
- Song WJ, Sohng KY. Effects of progressive resistance training on body composition, physical fitness and quality of life of patients on hemodialysis. *J Korean Acad Nurs*. 2012;42(7):947-56. Epub 2013/02/05.
- Horowitz JF, Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(2 Suppl):S58S-63S. Epub 2000/08/02.
- Harrington DW. Viral hepatitis and exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(7 Suppl):S422-30. Epub 2000/07/26.
- Vázquez VC, González LM, Ruiz EM, Isidoro JM, Ordóñez MS, García CS. [Assessment of health outcomes in the type 2 diabetes process]. *Atención primaria / Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria*. 2011;43(3):127-33. Epub 2010/06/15. Evaluación en resultados de salud del proceso diabetes tipo 2.
- López-García E, Banegas JR, Graciani Pérez-Regadera A, Gutiérrez-Fisac JL, Alonso J, Rodríguez-Artalejo F. [Population-based reference values for the Spanish version of the SF-36 Health Survey in the elderly]. *Medicina clínica*. 2003;120(15):568-73. Epub 2003/05/06. Valores de referencia de la versión española del Cuestionario de Salud SF-36 en población adulta de más de 60 años.